

# **KARAKTERISASI DAN PERBANDINGAN MATERIAL FCD700 & FC250 UNTUK *BOILER CHAIN GRATE***

*Skripsi Ini Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Sarjana Strata-1 Program Studi  
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung*

## **TUGAS AKHIR**

Disusun oleh:

**Muhammad Sahlanio Gumelar**

**143030027**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**“KARAKTERISASI DAN PERBANDINGAN MATERIAL  
FCD700 & FC250 UNTUK *BOILER CHAIN GRATE*”**

---



Nama : Muhammad Sahlanio Gumelar

NRP : 143030027

Dosen pembimbing I

Ir. Widiyanti Kwintarini, MT.

Dosen pembimbing II

Moch Iqbal Zaelana Muttahar, S.T.

## ABSTRAK

*Boiler* adalah alat untuk menghasilkan uap air yang digunakan untuk pemanas atau tenaga gerak, adapun jenis bahan bakar yang digunakan yaitu batubara dan minyak. Alat pendidih merupakan bagian terpenting dari penemuan mesin uap yang merupakan pemicu revolusi industri.

Besi cor termasuk kedalam golongan paduan besi. Besi cor adalah paduan besi multikomponen yang memadat ketika fasa eutektik. Besi cor memiliki kandungan karbon dan silikon yang lebih tinggi daripada baja. Karena unsur karbonnya lebih tinggi, struktur pada besi cor memiliki fasa karbon yang lebih tinggi dibanding baja. Hal ini tergantung pada komposisi, laju pendinginan, dan titik peleburannya. Sistem Fe – Fe<sub>3</sub>C atau sistem grafit besi yang stabil diikuti oleh jalur metastabil dan karbida yang akan terbentuk menjadi fasa karbon tinggi pada titik eutektik. Fe – Fe<sub>3</sub>C besi cor dapat didefinisikan paduan besi dan karbon dengan kadar karbon nya minimal 2 % dan maksimal 6,67 %.

FC250 merupakan besi cor kelabu yang memiliki grafit berbentuk lamelar yang memiliki kuat tarik minimal 250 MPa. Besi cor kelabu merupakan material yang banyak digunakan di industri karena memiliki beberapa keuntungan, diantaranya mudah dituang dalam bentuk yang rumit, mudah dilakukan proses permesinan, mampu meredam getaran dengan baik, kekuatan yang cukup tinggi dan harganya relatif murah. Kekurangan dari pemakaian besi tuang kelabu adalah karena sifatnya yang rapuh dan lemah terhadap gaya tarik. Sebagai tambahan terhadap kadar karbon yang tinggi (> 1,7 %), besi tuang juga mempunyai kadar silikon yang tinggi, dengan presentase sulfur dan mangan yang rendah, dan pada kondisi tertentu perlit bisa terurai menjadi grafit dan ferrit. Grafit yang berbentuk serpihan-serpihan tipis terbagi merata dalam seluruh struktur, memberi warna keabu-abuan karena itu disebut besi tuang kelabu.

Besi cor nodular atau istilah lain *ferro cast ductile* (FCD) adalah jenis besi dengan kandungan karbon diatas 2,06 %, memiliki matrik perlit dan/atau ferit yang mengandung grafit berbentuk bulat. Besi cor nodular dalam kondisi *as cast* tanpa paduan khusus memiliki sifat-sifat mekanik yang cukup baik dapat dilihat dengan mampu tarik yang berkisar antara 37 kgf/mm<sup>2</sup> s/d 80 kgf/mm<sup>2</sup> maka besi cor nodular dapat dijadikan alternatif pengganti baja.

Gambaran umum mengenai penelitian karakterisasi dan perbandingan untuk rantai, sebagai acuan ada dua jenis material yang akan digunakan seperti FC250 (*ferrous cast*) dan FCD700

(*ferrous cast ductile*), karakterisasi material rantai penggerak *conveyor* pada *boiler* sebagai acuan material mana yang tepat untuk komponen tersebut, dari segi penggunaan sebagai rantai *conveyor* yang mengangkut batubara dikarenakan adanya beban tarikan dari sistem penggerak lainnya maka karakter yang harus dimiliki dari materialnya yaitu kuat, tangguh, dan tahan terhadap korosi, korosi tersebut diakibatkan karena rantai tersebut bersentuhan langsung dengan batubara. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kebutuhan rantai untuk 6 bulan, sehingga dilakukannya karakterisasi guna mengetahui material mana yang memungkinkan pergantian berkala secara 6 bulan tanpa menghilangkan aspek dari sifat yang harus dimiliki dari material tersebut.

Besi cor termasuk kedalam golongan paduan besi. Besi cor adalah paduan besi multikomponen yang memadat ketika fasa eutektik. Untuk pembuatan komponen *conveyor* khususnya *boiler chain grate* perlu sifat tangguh, ketahanan aus yang bagus, dan ketahanan korosi yang bagus juga, adapun dua material yang dibandingkan yaitu *as cast* dari material FCD700 dan FC250, selain membandingkan *as cast* dari kedua material tersebut material dengan proses *heat treatment* dan *quenching* dan variasi waktu *tempering* yaitu selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam. Untuk kekerasan pada *as cast* FCD700 263,82 (HBN) dan kekerasan *as cast* FC250 564,11 (HBN) Kekerasan paling tinggi didapat pada *tempering* selama 4 jam dengan material FCD700 dengan nilai kekerasan sebesar 457,63 (HBN)

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>3</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>5</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>6</b>
1.1 Latar Belakang .....	6
<b>1.2 1Rumusan Masalah1 .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>8</b>
1.5 Sistematika penulisan.....	8
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>10</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Balai Besar Logam dan Mesin adalah instansi dibawah kementran perindustrian yang bergerak di bidang penelitian dan pengembangan khususnya logam dan paduannya. Produk yang dihasilkan yaitu rantai untuk penggerak *conveyor* pada *boiler* yang secara teknis spesifikasi dan proses pembuatannya menggunakan proses pengecoran. Pengecoran logam adalah proses peleburan melalui pencayiran logam menjadi sebuah produk melalui penuangan logam cair ke dalam cetakan yang telah dibuat pada proses sebelumnya.

Di dalam industri, bahan-bahan yang digunakan terkadang merupakan bahan yang berat maupun berbahaya bagi manusia. Untuk itu diperlukan alat transportasi untuk mengangkut bahan-bahan tersebut mengingat keterbatasan kemampuan tenaga manusia baik itu berupa kapasitas bahan yang akan diangkut maupun keselamatan kerja dari karyawan. Salah satu jenis alat bantu angkut yang sering digunakan adalah *conveyor* yang berfungsi untuk mengangkut bahan baku industri yang berbentuk padat. Secara umum jenis konveyor diklasifikasikan menjadi beberapa jenis atau tipe seperti *belt conveyor*, *chain conveyor*, *screw conveyor* dan *pneumatic conveyor*. [1]

*Boiler* adalah alat untuk menghasilkan uap air yang digunakan untuk pemanas atau tenaga gerak, adapun jenis bahan bakar yang digunakan yaitu batubara dan minyak. Alat pendidih merupakan bagian terpenting dari penemuan mesin uap yang merupakan pemicu revolusi industri.

Besi cor termasuk kedalam golongan paduan besi. Besi cor adalah paduan besi multikomponen yang memadat ketika fasa eutektik. Besi cor memiliki kandungan karbon dan silikon yang lebih atas daripada *steel*. Karena unsur carbonnya lebih tinggi, struktur pada besi cor memiliki fasa karbon yang lebih tinggi dibanding baja. Hal ini tergantung pada komposisi, maju pendinginan, dan point peleburannya. Sistem Fe – Fe<sub>3</sub>C atau sistem grafit besi yang stabil diikuti



oleh jalur metastabil dan karbida yang akan terbentuk menjadi fasa karbon tinggi pada titik eutektik. Fe – Fe<sub>3</sub>C besi cor dapat didefinisikan paduan besi dan karbon dengan kadar karbon nya minimal 2 % dan maksimal 6,67 %.

FC250 merupakan besi cor kelabu yang memiliki grafit berbentuk lamelar yang memiliki kuat tarik minimal 250 MPa. Besi cor kelabu merupakan material yang banyak digunakan di industri karena memiliki beberapa keuntungan, diantaranya mudah dituang dalam bentuk yang rumit, mudah dilakukan proses permesinan, mampu meredam getaran dengan bagus, kekuatan yang cukup tinggi dan harganya relatif murah. Kekurangan dari pemakaian besi tuang kelabu adalah karena sifatnya yang rapuh dan lemah terhadap gaya tarik. Sebagai tambahan terhadap kadar karbon yang tinggi (> 1,7 %), besi tuang juga mempunyai kadar silikon yang tinggi, dengan presentase sulfur dan mangan yang rendah, dan pada kondisi tertentu *pearlite* bisa terurai menjadi *graphite* dan *ferrite*. *Graphite* yang berbentuk serpihan-serpihan tipis terbagi merata dalam seluruh struktur, memberi warna keabu-abuan karena itu disebut besi tuang kelabu.

Besi cor bulat atau istilah lain *ferro cast ductile* (FCD) adalah jenis besi dengan kandungan karbon diatas 2,06 %, memiliki matrik perlit dan/atau ferit yang mengandung grafit berbentuk bulat. Besi cor nodular dalam kondisi *as cast* tanpa paduan khusus memiliki sifat-sifat mekanik yang cukup baik dapat dilihat dengan mampu tarik yang berkisar antara 37 kgf/mm<sup>2</sup> s/d 80 kgf/mm<sup>2</sup> maka besi cor nodular dapat dijadikan alternatif pengganti baja.

Gambaran umum mengenai penelitian karakterisasi dan perbandingan untuk rantai, sebagai acuan ada dua jenis material yang akan digunakan seperti FC250 (besi cor kelabu) dan FCD700 (besi cor ulet), karakterisasi material rantai penggerak *conveyor* pada boiler sebagai acuan material mana yang tepat untuk komponen tersebut, dari segi penggunaan sebagai rantai *conveyor* yang mengangkut batubara dikarenakan adanya beban tarikan dari sistem penggerak lainnya maka karakter yang harus dimiliki dari materialnya yaitu kuat, tangguh, dan tahan terhadap korosi, korosi tersebut diakibatkan karena rantai tersebut bersentuhan langsung dengan batubara. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kebutuhan rantai untuk 6 bulan, sehingga dilakukannya karakterisasi guna mengetahui material mana yang memungkinkan pergantian berkala secara 6 bulan tanpa menghilangkan aspek dari sifat yang harus dimiliki dari material tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana memilih material yang tepat dengan perbandingan antara dua material yaitu besi cor kelabu (FC250) dan besi cor ulet (FCD700) untuk rantai penggerak pada *konveyor boiler*.
2. Bagaimana memilih pengujian yang tepat untuk perbandingan dari dua material pada komponen atau produk rantai penggerak *conveyor* pada *boiler*.

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan laporan tugas akhir ini, penulis membatasi masalah perbandingan material FC250 dan FCD700 untuk produk rantai penggerak *conveyor* pada *boiler*.

1. Pengujian yang dilakukan meliputi, uji metalografi dan uji kekerasan
2. Proses yang dilakukan setelah memilih material yaitu proses austenisasi

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan penelitian tentang karakterisasi dan perbandingan secara lebih terperinci dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Karakterisasi struktur mikro pada material rantai penggerak *conveyor* pada *boiler*
2. Menentukan nilai kekerasan pada rantai penggerak *conveyor* pada *boiler*
3. Menentukan material optimum untuk rantai penggerak *conveyor* pada *boiler*

## 1.5 Sistematika penulisan

Penyusunan laporan ini berdasarkan beberapa bab. Pada setiap bab mempunyai kriteria tertentu secara sistematis dan bertahap, yang susunan sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori – teori yang mendukung proses penelitian ini.

### BAB III METODOLOGI



Bab ini berisikan tentang langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

#### **BAB IV PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini berisikan data hasil pengujian yang akan dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan data analisis pengujian yang telah dilakukan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Basuki, R. Suratman and T. Surdia, "Pembuatan besi cor nodular dan metoda optimasinya," *Besi cor nodular*, vol. 1 dan 2, no. 2, pp. 51 - 52, 1986.
- [2] J. R. Davis, "ASM Speciality Handbook," *Classification and Basic Metallurgy of Cast Irons*, vol. 2, no. 24, pp. 1 - 1-0, 1996.
- [3] C. Charles F. Walton, "Heat Treating of Cast Irons," *ASM HANDBOOK VOLUME 4*, vol. 4, no. 24, pp. 1451 - 1452, 2004.
- [4] D. & C. Gopal Revankar, "ASM HANDBOOK VOLUME 8 mechanical testing," *mechanical testing*, vol. 8, no. 24, pp. 429 - 463, 2004.
- [5] J. Radzikowska, "Metallography and Microstructures of Cast Iron.," *Metallography and Microstructures*, vol. 9, no. 24, pp. 12 - 22, 2004.
- [6] J. Radzikowska, "ASM HANDBOOK VOLUME 9," *Metallography and Microstructures*, vol. 9, no. 24, pp. 1283 - 1285.1294, 2004.
- [7] D. P. Dwi Basuki Wibowo, "besi cor kelabu," *PENGUJIAN IMPAK BESI COR KELABU AUSTEMPER*, vol. 9, no. 9, pp. 37 - 39, 2007.
- [8] D. Darul, "Studi pengaruh carbon equivalen terhadap struktur mikro dan sifat mekanik pada TWDI," *Material*, vol. 1, no. 1, p. 55, 2009.
- [9] B. Bandanadjaja, "Penyeragaman struktur bainit pada besi cor nodular bainitic melalui pengendalian unsur silisium dan tembaga," *Material*, vol. 1, no. 1, pp. 2 - 3, 2004.
- [10] E. Surojo, D. D. Susilo, T. Triyono and N. F. Wicaksono, "STUDI PENGARUH KOMPOSISI KIMIA DAN KETEBALAN CORAN TERHADAP STRUKTUR MIKRO BESI COR PADA KASUS PEMBUATAN BESI COR VERMICULAR," *Metalurgi*, vol. 2, no. 2, pp. 26 - 28, 2012.
- [11] K. Theuwissen, J. Lacaze and L. Laffont, "Structure of graphite precipitates in cast iron," *Material*, vol. 96, no. 96, pp. 2 - 3, 2015.
- [12] <https://www.dornerconveyors.com/asia/industries/material-handling>, "dorner conveyors," material handling, 10 08 2007. [Online]. Available: [www.dornerconveyors.com](http://www.dornerconveyors.com). [Accessed 30 07 2019].

